

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: 27720110154024

UDC_____

厦 门 大 学

博 士 学 位 论 文

市场微观结构噪声、跳跃与波动率估计：
方法及其应用

Market Microstructure Noise, Jumps and Volatility
Estimation: Methods and Applications

张 传 海

指导教师姓名: 陈海强、方颖、韩乾

专 业 名 称: 数量经济学

论文提交日期: 2016 年 4 月

论文答辩时间: 2016 年 4 月

学位授予日期: 2016 年 4 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2016 年 月

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2.不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

摘要

在金融市场上,波动往往意味着风险,波动率的估计、建模和预测一直是金融学中的核心问题之一,并且在资产定价、投资组合配置和风险管理等领域有着广泛的应用。根据现代资产定价理论,在无套利条件下资产价格过程服从一个半鞅,而半鞅可以分解为漂移项、连续的局部鞅(扩散部分)和不连续部分,即跳跃部分,其中根据跳跃幅度的大小跳跃部分又可以分解为大跳和小跳。对应地,股市风险可分为连续波动(或正常波动)和跳跃波动且两者代表了不同类型的风险,其中跳跃风险又可以细分为大跳风险和小跳风险。传统的也是应用最为广泛的波动率建模方法主要基于日度或者月度等低频数据,其中最著名的是 GARCH 类模型和随机波动模型。这些模型虽然可以很好的刻画金融市场波动特征,但是都有缺陷,特别是这些建模方法本质上都是参数的,总是不可避免的会出现模型误设的可能。随着计算机技术的发展,高频数据的获取越来越容易,越来越多的文献采用高频甚至超高频数据对波动率进行估计、建模和预测。根据随机过程理论,当抽样频率足够高时基于日内高频收益的已实现波动(RV)是可积波动的一致非参数估计量,同时一些研究表明用简单的 AR 模型预测每日的 RV 比基于日度的 GARCH 模型预测效果要好,因而可以很好的作为波动率代理变量。然而,众多研究表明利用高频数据估计波动率至少面临两个挑战:首先,资产价格过程是不连续的,即存在跳跃;其次,金融高频数据通常被市场微观结构噪声“污染”,特别是当抽样频率增加时噪声对波动估计的影响愈发严重。在此环境下估计可积波动有些棘手。本文首先在市场微观结构噪声和跳跃下提出一个新的可积波动估计量;然后基于这一估计量构造一个用来检验被噪声“污染”的半鞅是否存在跳跃的统计量;最后,在实证部分利用非参数方法检测沪深 300 指数价格中 Lévy 跳跃并研究股指期货交易对现货市场跳跃风险的影响。具体内容如下:

首先,在第三章我们在市场微观结构噪声和跳跃下提出一个新的可积波动估计量。这一估计量综合了已有文献中预平均、多次幂变差估计和门限技术,我们不仅在理论上证明了这一估计量的渐近性质,比如一致性、满足的相应中心极限定理而且蒙特卡罗模拟结果表明这一估计量对市场微观结构噪声和 Lévy 跳跃甚至连续大的跳跃稳健,并且在有限样本下相比已有可积波动估计量具有更好的表现。特别地,这一估计量相比预平均多次幂变差估计偏误要小,而相比预平均已实现方差估计对门限的选取没那么敏感。

其次，在第四章我们基于上一章提出的可积波动估计量构造了一个新的用来检验被噪声“污染”的半鞅是否存在跳跃的检验，并且考虑采用伪发现率(FDR)阈值技术避免多重跳跃检验时出现伪检验。在理论上，我们证明了这一检验统计量具有渐近的水平 and 功效，并且蒙特卡罗模拟表明在市场微观结构噪声下这一新的跳跃检验相比已有跳跃检验具有更好的表现。在实证分析部分，基于逐笔交易的数据，本章考察了中国股市跳跃波动成分所占的比例并且深入地研究连续波动，跳跃波动以及噪声波动之间相互关系。

再次，在第五章我们基于 5 分钟的高频数据研究了沪深 300 股指期货交易对股市跳跃风险的影响。我们首先利用非参数方法检测沪深 300 指数价格中的 Lévy 跳跃；然后将 Lévy 跳跃分解为大跳和小跳，并考察股指期货推出前后它们各自的强度、幅度以及跳跃活跃指数变化以便评价股指期货交易的影响；最后检验跳跃风险与股指期货交易活跃程度之间的 Granger 因果关系。研究主要发现：(1) 股指期货交易不会增加大跳强度，相反会平抑大跳幅度，从而减少现货市场跳跃风险；(2) 由于投机交易，股指期货交易会增加小跳强度，因而增加现货市场跳跃风险；(3) 现货市场跳跃风险对期货市场交易行为产生反馈影响，但不同幅度的跳跃产生的影响不同。研究结果显示股指期货推出对于股市跳跃风险的影响具有双刃剑的作用，我国股指期货功能有待健全。

最后，第六章总结全文并给出研究展望。

关键词：市场微观结构噪声；跳跃；波动率估计

Abstract

In the financial markets, volatility implies risk, how to estimate, model and predict volatility is one of the central issues in finance. And it has many applications in the fields of asset pricing, portfolio allocation and risk management, etc. According to the modern asset pricing theory, stock price process follows a semi-martingale under no arbitrage condition, while a semi-martingale can be decomposed into drift term, continuous local martingale and discontinuous part, or jump part which can also be separated into big and small jumps according to the jump size. Correspondingly, stock price volatility can be parted into continuous volatility (or normal volatility) and jump volatility, which represent different types of risk, and jump volatility can also be classified by big and small jump risk. Traditionally and also broadly used volatility modeling methods are mainly based on low frequency data such as daily or monthly data, and two most famous models are GARCH model and stochastic volatility model. Although such models can depict many characters of financial volatility, but they still own deficits, especially they are parametric in spirit and can't avoid the possibility of model misspecification. With the development of computer science, the acquisition of high frequency data becomes easier and easier, more and more literatures use high frequency data to estimation, model and predict volatility. According to the stochastic process theory realized volatility (RV) calculated from intraday returns is one consistent nonparametric estimator of integrated volatility when sampling frequency is high enough, and some studies find that the predictive ability of simple AR model for daily RV can beat daily GARCH model, hence it can be regarded as a good proxy of volatility. However, numerous studies show that there are at least two challenges when estimate volatility using high frequency data: firstly, the stock price processes are discontinuous i.e. there exist jumps; secondly, the observed high frequency financial data are contaminated by microstructure noise and its impacts on volatility estimation become more serious when sampling frequency increases. Integrated volatility estimation in such setting is knotty. This thesis firstly proposes a new estimator of integrated volatility with microstructure noise and jumps; then constructs a jump test of noisy semimartingale based on such estimator; finally, in the empirical part we use a nonparametric test for Lévy type jumps in CSI 300 index and study the impact of index futures trading on jump risk in the spot market. The details can be summarized as follow:

Firstly, in chapter 3, we propose a new estimator of integrated volatility with microstructure noise and jumps. This estimator jointly uses the pre-averaging, multi-

power variation estimation and threshold techniques. Asymptotic properties of the proposed estimator, such as consistency and associated central limit theorems are also provided. Monte Carlo simulations show that the estimator is robust to both microstructure noise and Lévy jumps or even consecutive big jumps and it provides less biased estimation, compared to existing estimators, of integrated volatility in finite samples. In particular, this estimator is less biased than pre-averaged multipower estimation and less sensitive to threshold choice than the pre-averaged realized variance estimation.

Secondly, in chapter 4, we construct a new jump test for semi-martingale contaminated by microstructure noise based on the integrated volatility estimator proposed in chapter 3 and we also consider adopting the false discovery rate(FDR) threshold technique to avoid spurious detections. Theoretically, we prove that such test has asymptotical size and power and Monte Carlo simulations show that the new jump test has better performance than existing jump test in noisy setting. In the empirical part, we investigate the contributions of jumps to total return variance in the Chinese stock market based on transaction data and intensively study the relationships among continuous volatility, jump volatility and noise volatility.

Thirdly, in chapter 5, based on the 5-minute high-frequency data, we investigate the effects of CSI 300 index futures trading on the jump risk of the spot market. We first use a nonparametric method to detect Lévy-type jumps in CSI 300 index, and then decompose them into big and small jumps. And the changes of the jump intensity, jump size as well as jump activity index, before and after the launch of the index futures, are investigated to evaluate the impact of the index futures trading. We further examine the Granger causality relationship between jumps and trading activities in futures markets. The main findings are summarized as follows: (1) index futures trading doesn't increase the intensity of big jumps, in contrast, it mitigates the size of big jumps and thus reduces the spot market jump risk. (2) Index futures trading increases the intensity of small jumps due to the speculative trading in the futures market, hence increases the jump risk. (3) The spot market jump risk generates a feedback effect to the trading activities in the futures market, but jumps with different sizes generate different impacts. The results of this study imply that the impacts of futures trading on the jump risk are double-edged, and the efficiency of Chinese futures market needs to be further improved.

Finally, chapter 6 concludes the thesis and gives the prospects of future research.

Key Words: Market microstructure noise; jumps; volatility estimation

目 录

摘要	I
Abstract	III
第一章 导论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究问题、意义和创新.....	4
1.2.1 研究问题	4
1.2.2 研究意义	5
1.2.3 研究创新	6
1.3 文章结构	8
第二章 文献综述	10
2.1 波动率建模回顾以及高频数据特征	10
2.1.1 低频数据波动率建模回顾	10
2.1.2 高频(超高频)数据及其特征.....	11
2.2 基于高频数据的波动估计回顾	15
2.2.1 可积波动的估计	15
2.2.2 瞬时波动估计	19
2.3 检验资产价格跳跃文献回顾.....	20
2.4 基于高频数据波动率预测	21

2.5 预备知识	22
2.5.1 Lévy 过程基础	23
2.5.2 半鞅理论	24
2.5.3 几个不等式	25
2.5.4 稳定收敛	26

第三章 在市场微观结构噪声和跳跃下一个新的可积波动估

计量	27
3.1 引言	27
3.2 模型设定	30
3.2.1 潜在资产价格过程	30
3.2.2 市场微观结构噪声	31
3.3 门限预平均多次幂变差估计	32
3.3.1 预平均	32
3.3.2 无重叠的情形	35
3.3.3 重叠情形	37
3.4 蒙特卡罗模拟	41
3.4.1 模拟设计	42
3.4.2 模拟结果	43
3.5 实证分析	62
3.5.1 数据	62
3.5.2 高频波动估计	65

3.5.3 高频波动的预测	67
3.6 本章小结	77
3.7 本章附录: 证明	79
第四章 基于超高频数据的跳跃检验: 来自中国股市的实证	89
4.1 引言	89
4.2 模型设定	92
4.2.1 潜在资产价格过程	92
4.2.2 市场微观结构噪声	93
4.3 检验统计量	94
4.3.1 没有噪声情形	94
4.3.2 预平均	95
4.3.3 跳跃检验的渐近理论	97
4.3.4 使用阈值剔除伪检验	100
4.4 蒙特卡罗模拟	100
4.4.1 模拟设置	101
4.4.2 模拟结果	101
4.5 实证分析	104
4.5.1 数据	104
4.5.2 中国股市跳跃成分分析	106
4.5.3 连续波动, 跳跃波动及噪声波动间相互关系	111

4.6 本章小结	115
4.7 本章附录: 证明	116
第五章 股指期货推出对我国股市跳跃风险的影响	117
5.1 引言	117
5.2 理论分析及研究假设	122
5.2.1 跳跃扩散模型	122
5.2.2 跳跃风险产生机制	123
5.2.3 股指期货交易活跃程度指标选取	125
5.2.4 股指期货交易对现货市场影响	126
5.2.5 研究假设	126
5.3 研究方法	128
5.3.1 Lévy 跳跃检验	128
5.3.2 跳跃风险特征的提取	131
5.3.3 两样本的非参数检验及 Granger 因果关系检验	131
5.4 实证分析	132
5.4.1 数据及描述性统计量	132
5.4.2 股指期货推出前后 Lévy 跳跃风险变化	134
5.4.3 Granger 因果关系检验结果	144
5.5 结论和政策建议	148

第六章 全文研究总结与展望	150
6.1 全文总结	150
6.2 研究展望	152
参考文献	154
攻读博士学位期间的研究成果	171
致谢	173

厦门大学博硕士论文摘要库

Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.